

応用研究論文

小学校の学習内容に即したプログラミング教材の開発

あきたキッズプログラミングアワードオンラインスクールの開催

廣田千明¹, 橋浦康一郎¹, 寺田裕樹¹, 小西一幸², 伊藤桂一³, 林良雄⁴

¹ 秋田県立大学システム科学技術学部情報工学科

² 秋田県立仁賀保高等学校

³ 秋田工業高等専門学校創造システム工学科

⁴ 秋田大学教育文化学部

近年、子どものプログラミング教育が注目されており、小学生を対象としたプログラミング塾が開校したり、小学校でのプログラミング学習が必修化されたりと社会的に大きな話題となっている。しかしながら、子ども向けのプログラミング教育は体系化されたカリキュラムがなく、何を目標とし、その目標を達成するために何をどのように教えるか明確になっていない。著者は、小学校段階では高度なコーディングを学ぶのではなく、プログラミングの考え方を学ぶことが重要であると考えており、その考えに基づいた教材がないため、自分たちで考案することとした。本論文は、開発した教材について解説するとともに、開発した教材を用いて実施したオンラインスクールの実施状況を報告するものである。

キーワード：プログラミング教育, オンライン授業, Scratch

プログラミングについて著者の記憶を振り返ると、30年以上も前から「これからの子どもはプログラミングを学んでおくとよい」といった声があったことが思い起こされる。しかしながら、30年前に子どもを対象としたプログラミング教育が盛んになることはなく、つい最近まで学校でプログラミングを学ぶのは大学に入ってから、しかも理工系の学部の一部の学科に限られるという状況であった。これには理由がある。以前はプログラムというと、BASICやC言語といったコンピュータへの命令をテキストとして入力するテキスト型言語しかなく、テキスト型言語は小さな子どもには理解が難しいと考えられているため、子ども向けのプログラミング教育が盛んになることがなかった。

この状況が一変したのはScratch (MITメディアラボ (n.d.))¹というプログラミング言語が登場したことによる。Scratchはビジュアル型言語と呼ばれ

るプログラミング言語で、命令を表すブロックを組み上げていく形でコンピュータに命令することができ、子どもでも簡単にプログラミングできるという特徴がある。特に小学生にとってはキーボードによる文字入力が学習の妨げになることが考えられるが、ビジュアル型言語では文字入力がほとんど不要であり、ブロックをマウスで動かすことでプログラムを作ることができる。ビジュアル型言語の1つであるScratchのプログラミング画面を図1に示す。左側の並んでいるブロックを画面中央の部分に組み上げていくことでプログラムを作ることができ、文字入力はほとんど必要がないことが見て取れる。

このように子どもでも簡単にプログラムを作ることのできる環境が整い、急速に子ども向けのプログラミング教育が広がっていった。Scratchの登場のあと、Viscuit (合同会社デジタルポケット (n.d.)) や MakeCode (マイクロソフト (n.d.)) のようなビジュ

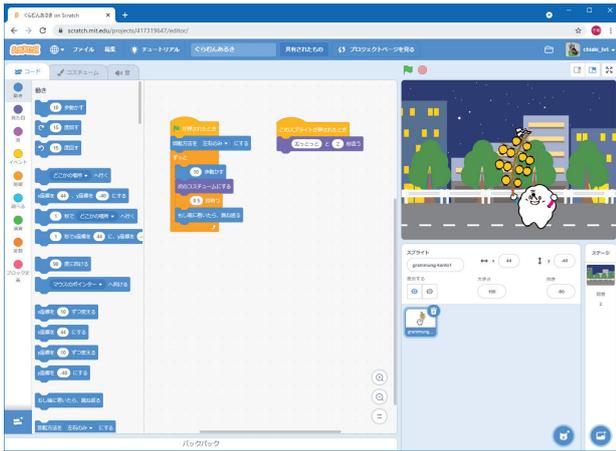


図1 Scratchのプログラミング画面

アル型言語も登場し、さらに最近では、micro:bit や MESH のようなツールも開発されている。これらを用いることで、子どもでもプログラムにより、様々なものを作ることができる。

このように環境やツールは充実してきているが、これらを使ってどのような教育が実施できるのか、どのように利用すれば効果的な学習となるのかは不明であり、現時点では玉石混交の状況であると感じられる。したがって、何を目的として、どのようなツールを利用し、どのような学習を行うのか、効果的に学習可能な教材の開発が望まれている。

それでは、どのような教材を開発すべきだろうか。答えは1つではなくいろいろな考え方がありうるが、著者らは研究会を立ち上げ、学校教育の支援を行っている経緯から、小学校で実施されているプログラミング教育を念頭に置き、小学校の学習に即した内容を検討する（研究会については廣田ら（2019）を参照されたい）。

小学校では 2017 年に学習指導要領（文部科学省（2017））が改訂され、2020 年度からプログラミング教育が本格的に実施されている。小学校におけるプログラミング教育のねらいは小学校プログラミング教育の手引き（文部科学省（n.d.））に詳しく記載されており、この部分を抜粋すると「①『プログラミング的思考』を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いた

りしようとする態度を育むこと、③各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとするための3つ」であると記載されている。プログラミング教育というと、プログラムを作ることそのもの（コーディングと呼ばれる）を教える教育と誤解されがちであるが、文科省が意図している小学校におけるプログラミング教育は決してそうではなく、プログラミングの考え方を理解することやプログラムが社会をよくしていることに気づくことがねらいとなっている。そこで、我々は上述の3つのねらいにかなう教材を開発する。

また開発した教材は、実際にそれを利用した教室を開催し、その結果から教材を改善する必要がある。そこで、小中学生を対象としたプログラミングコンテストであるあきたキッズプログラミングアワード（秋田魁新報（n.d.））のオンラインスクールを利用し、多くの児童に教材を利用してもらった。本をただすと、本研究で作成した教材はこのオンラインスクールのために作成した教材でもある。2020 年はコロナ禍により、様々なイベントが中止に追い込まれ、上記アワードも対面でのスクールは実施できなくなった。そこで、代わりにオンラインスクールを実施することとしたが、オンラインスクールでは、出版されているテキストを利用することは著作権の関係で難しいため、オリジナルの教材を作成する必要があった。本論文では、まず、あきたキッズプログラミングアワードについて紹介し、教材を開発した経緯を説明する。その後、作成した教材について詳しく解説し、最後にオンラインスクールの実施状況を報告する。

あきたキッズプログラミングアワード

秋田県内では、子どもたちがプログラミングを学んで、いろいろなプログラムを作成したとしても、アウトプットする場がなく、たとえよいプログラムを作ったとしてもそのアイデアやソフトウェアが世間に出ることなく埋もれてしまう可能性が高かった。そこで、地元の新聞社である秋田魁新報社が中心となり、県内の高等教育機関や企業が協力し、県内の小中学生を対象としたプログラミングコンテストを

表1 アワードのテーマと応募者数

	テーマ	アイデア 部門	ソフトウェア 部門	計
2019年	アイデア部門：誰かのために作りたいたいと思うもの	104組	9組	113組
	ソフトウェア部門：秋田のためにあったらいいなと思うもの	(109人)	(14人)	(123人)
2020年	もっとすきになるわたしたちのまち	110組	7組	117組
		(146人)	(8人)	(154人)

表2 2019年のスクールの実施日と会場

開催日	午前の部（10時から11時半）	午後の部（13時から14時半）
2019年12月7日（土）	秋田県立大学秋田キャンパス	秋田県立大学秋田キャンパス
2019年12月14日（土）	秋田県立大学本荘キャンパス	秋田県立大学本荘キャンパス
2019年12月21日（土）	秋田大学手形キャンパス	秋田大学手形キャンパス
2019年12月22日（日）	秋田工業高等専門学校	秋田工業高等専門学校
2020年1月11日（土）	秋田コアビジネスカレッジ	秋田コアビジネスカレッジ
2020年1月12日（日）	秋田コアビジネスカレッジ	秋田コアビジネスカレッジ
2020年1月13日（月）	秋田工業高等専門学校	秋田大学手形キャンパス

企画した。このコンテストはあきたキッズプログラミングアワードという名称で2019年から開催されている（以下ではこのアワードのことを単にアワードを記す）。

アワードは2つの部門で競われる。プログラムの作成を義務付けず、プログラムで実現可能なアイデアを競うアイデア部門と実際にプログラムを作成し提出させ、作成したソフトウェアのデザインや構成力、完成度を競うソフトウェア部門である。参加者は1人から3人までの人数でチームを作り参加する。審査は1次審査として書類審査を行い、勝ち残った応募者はアイデアや作品を紹介する動画を撮影し、その動画により2次審査を行う。それぞれの部門で、上位5組を2次審査通過者として、最終審査では各部門の優勝者を決定するという仕組みになっている。この2年間のテーマと応募者数を表1に示す。両年ともに100名を超す参加者があり、大きな成功を収めている。

アワード応募のハードルを低くする目的で、作品の募集に先立ち、スクールと呼ばれるプログラミング教室を実施した。スクールは、2019年は対面で実施し、2020年はオンラインで実施した。対面で実施した2019年の実施日と会場を表2に示す。全部で14回の教室を実施し、236名の子どもと270名の保

護者の参加があった。教室の内容は、テキストとして竹林・澤田（2017）を採用し、参加者はテキストのプログラムを講師の指導を受けながら作成するという内容とした。この書籍をテキストに採用した理由は、ゲームを作ることによって楽しくScratchを学ぶことができ、子どもたちの興味をひく内容であったからである。教室は1回90分で実施し、90分で学べる内容として、竹林・澤田（2017）の第2章の「ネコ歩き」と第5章の「迷路ゲーム」のプログラムを作成することとした。まず、「ネコ歩き」はScratch キャットと呼ばれるキャラクターを画面の左右に歩かせるという単純なプログラムで、Scratchのプログラムの基本となる「10歩動かす」や「ずっと」といったブロックを学ぶことができる。「迷路ゲーム」はできるもんと呼ばれるキャラクターをカーソルキーで操作し、茶色で表される通路を動きながら、上下左右に動く敵キャラを避けながらゴールを目指すというプログラムである。これは少し改変することにより地域を紹介する地図アプリを作ることができると考えられ、この年のソフトウェア部門のテーマである「秋田のためにあったらいいなと思うもの」のヒントになると思い教室で取り扱うこととした。なお、テキストはアワードの予算で購入し、スクールの参加者に参加の特典として配布した。

一方、2020年は状況が大きく異なった。新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響により、アワードそのものの中止も検討される状況に陥った。感染拡大を防止しながらアワードを開催するためにはどうしたらよいか検討し、対面でのスクールは実施せず、オンラインでのスクールを実施することとした。実施に向けて一番大きな困難はテキストをどうするかということであった。オンライン動画は不特定多数の人が閲覧可能となるため、市販されている書籍を利用すると著作権を侵害してしまう。したがって、前年度のように市販されている書籍を採用することは不可能となった。そこで、オリジナルのテキストを作成することとした。オリジナルのテキストを作成するにあたり、著者はこれまでの活動から小学校の学習の補助となるような教材を開発したいと考え、そのような教材を作成した。次章では作成した教材について解説する。

プログラミング教材の開発

まず作成した教材のコンセプトを述べる。子ども向けのプログラミングのテキストは、竹林・澤田（2017）のほか、大角・大角（2019）など、多数出版されているが、それらの内容はゲーム作りなどが中心となっており、プログラミングそのものを教えることに重点が置かれている。しかしながら、序章で解説した通り、文部科学省が意図する小学校におけるプログラミング教育はプログラミングそのものを目的としておらず、プログラミング的思考を育むことなど3つのねらいがあり、これらのねらいに即した内容を教える必要がある。そこで、これらのねらいに即した教材を作成することをコンセプトとした。以下では、3つのねらいをどのように教材に取り入れるかについて説明する。

第1のねらいは「『プログラミング的思考』を育むこと」である。「プログラミング的思考」は文部科学省（2016）によれば、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、1つ1つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくの

か、といったことを論理的に考えていく力」と説明されている。「自分が意図する一連の活動を実現する」ことが前提となっているため、ただプログラムを作るというのではプログラミング的思考は醸成することができない。先に自分が作りたいプログラムがあり、それを実現するためにプログラムを作っていく必要がある。また、プログラムを作成する過程において、プログラムのパーツをどのように組み合わせるとよいか試行錯誤することが「1つ1つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく」ことに対応する。そこで、作成した教材では、最初にお手本として作成するプログラムの動作を受講者に提示し、その動きとポイントを1つ1つ確認させ、そのあとでプログラムを作成させることとした。また、試行錯誤させる目的で、正解を教えるのではなく、初心者がよく作ってしまう間違ったプログラムを意図的に作らせて、それを改善していく形で授業を進めるようにした。

第2のねらい「プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと」については、交通信号機や掃除ロボットなど、現実社会でプログラムが生活を快適にしている事例を取り上げることで、気づきを促すこととした。また折に触れ、コンピュータをうまく利用することでよりよい社会が築けることを説明し、コンピュータを活用する姿勢の醸成に努めることとした。

第3のねらい「各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとする」とについては、小学校の学習内容に関連したテーマを扱うことで、各教科の学びをより深めることを考えた。掃除ロボットのプログラムは小学5年生の算数の正多角形の作図のプログラムを改変することで作ることができ、算数の学びを広げることができる教材とした。また、タイピングでは、ローマ字入力について学習すると同時に、タイピン

表3 テーマとお手本

	テーマ名	お手本の URL
第1回	ぐらむんあるき	https://scratch.mit.edu/projects/417319647/
第2回	宝探し	https://scratch.mit.edu/projects/417375145/
第3回	シューティングゲーム	https://scratch.mit.edu/projects/418498453/
第4回	交通信号機	https://scratch.mit.edu/projects/419048402/
第5回	ゴミはゴミ箱へ	https://scratch.mit.edu/projects/417386518/
第6回	タイピング	https://scratch.mit.edu/projects/418531513/
第7回	お掃除ロボット	https://scratch.mit.edu/projects/417390499/
第8回	かえるの合唱	https://scratch.mit.edu/projects/417391540/
第9回	感染シミュレーション	https://scratch.mit.edu/projects/419127580/
第10回	デジタル時計	https://scratch.mit.edu/projects/419267941/

グの題材として小学校で学ぶ漢字を選ぶことにより、国語の学習を補助する教材とした。また、デジタル時計では、割り算の余りの計算が役立つ例となっており、算数の計算がコンピュータ上でどのように利用されているのか知ることができる内容としている。

このような観点で作成した教材は全10回に上る。各回のテーマとお手本のプログラムのURLを表3に示す。以下では、各回の教材について解説を行う。

第1回「ぐらむんあるき」



図2 ぐらむんあるき

第1回のプログラム「ぐらむんあるき」は竹林・澤田(2017)の「ネコ歩き」と同等のプログラムである。図2の中央で竿燈をもって立っているのがぐらむんというキャラクターで、あきたキッズプログラミングアワードの公式キャラクターである。ぐらむんはプログラム上はスプライトと言われる。スプ

ライトは高速に画像を描画するために利用される技術である。変化のない背景の画像と画面上を移動するスプライトに分け、それらを重ねて表示することで高速に画像を表示する。プログラムをスタートすると、ぐらむんが横方向に歩き出し、画面の端に到達すると方向を180度反転し、また歩き出すというプログラムである。ぐらむんを動かすには「10歩動かす」というブロックを使うが、これを使うだけではほんの少ししか動かない。まずこれを体験させ、ぐらむんがずっと動くためには「ずっと」というブロックを用いて、「10歩動かす」を囲む必要があることを学ばせる。このようにお手本のプログラムに少しずつ近づけていくことで、プログラミング的思考を学ぶ内容となっている。なお、同じ実行結果のプログラムでもプログラミングの方法は1つではないことやプログラムを間違ってもパソコンが壊れることがないことなどもここで教える。

第2回「宝探し」

ぐらむんをカーソルキーで動かして、迷路を進んでいき、宝の入った宝箱を見つけるゲームである(図3)。宝箱は2つあり、1つには宝が入っており、もう1つは空である。ぐらむんが宝箱に触れると宝箱が開き、宝が入っているか、空っぽかわかるようになっていく。宝箱を開ける処理は、プログラム上はぐらむんのスプライトが宝箱のスプライトに触れた時に、宝箱のコスチュームを変更するプログラムになっている。ここでは、このプログラムを題材とし



図3 宝探し

て、プログラムの基本的な処理の流れは順次、分岐、反復であることを教える。宝箱がプログラムを実行する度に場所を移動するようにプログラムしており、この時、迷路の壁には触れないように配置する。このためには、宝箱が壁の白色に触れていなくなるまで、「どこかの場所へ行く」という命令を繰り返すという作業をすることになり、条件分岐や反復を意識させるプログラムとなっている。

第3回「シューティングゲーム」

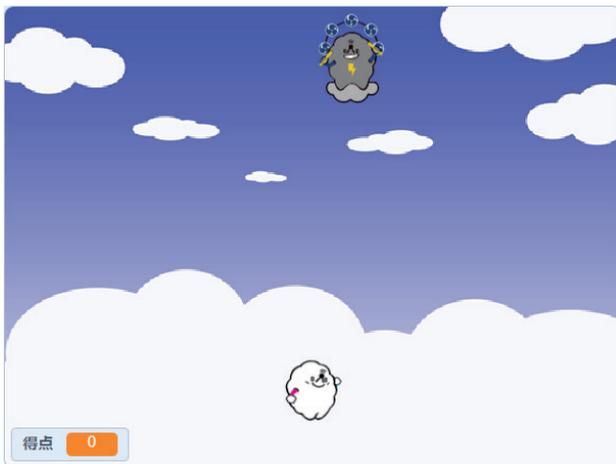


図4 シューティングゲーム

子どもがプログラミングを学びたいと思う一番の動機はゲームを作りたいからと言っても間違いはないであろう。Scratch を使えば様々なゲームを作成することができるが、特にシューティングゲームに必要な機能が最初から用意されていることから、シュ

ーティングゲームは非常に簡単に作成できる。そこで、第3回は子どもたちにプログラムに慣れ親しんでもらうことを目的として、シューティングゲームを作成することとした。

図4にゲーム画面を示す。図4下側に位置するぐらむんをカーソルキーで操作し、スペースキーを押すことで発射できるハート型の弾で敵キャラを攻撃する。発射された弾は上にまっすぐ飛んでいき、画面上方に位置するばちむんと呼ばれる敵キャラに弾が当たると得点が増える。ばちむんはゲーム開始時からずっと左右に動き続けており、ばちむんに弾を当てるにはちょうどよいタイミングで弾を発射する必要がある。プログラムとして新しい点は得点を記憶するために変数が必要になる点である。また、複数の弾を発射するためにクローンの機能も必要であり、クローンについてもここで学習する。

第4回「交通信号機」

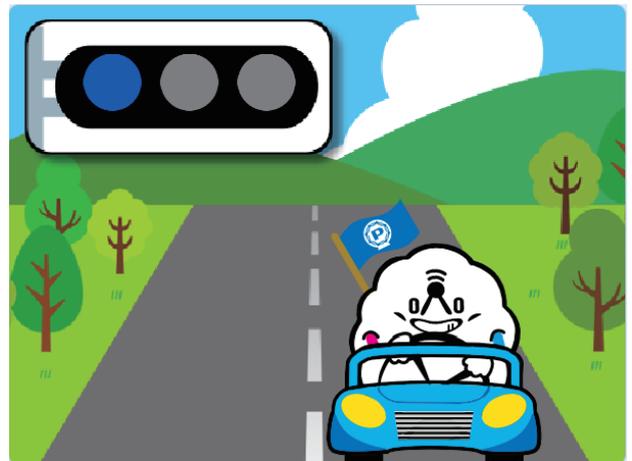


図5 交通信号機

第4回は交通信号機をテーマとした。プログラムの実行画面を図5に示す。プログラムを開始すると、画面の左上に表示されている信号が青色、黄色、赤色の順に点灯し、これが繰り返される。一方、画面右下にいる車に乗ったぐらむんは青色の時だけ車を走らせる。車が走っているという演出は車道の中央線を2パターン用意しておき、それを交互に表示することで表現している。

この回の内容は、身近なものである交通信号機がプログラムにより動作していることに気づくことや、

信号機の点灯パターンはプログラムによって変更が可能であることがわかる。これは、プログラミング教育の第2のねらいに沿った教材となっており、発展的な学習として、信号機の点灯パターン（現示パターン）をうまくプログラムすることで、渋滞を緩和するといった内容を学習する足掛かりとなる。

交通信号機は青信号、黄色信号、赤信号が順に決められた時間だけ点灯し、この動作が無限に繰り返される。プログラム上では青信号、黄色信号、赤信号のそれぞれをスプライトとして作成し、点灯しているコスチュームと消灯しているコスチュームを用意し、それらを変更することで信号の点灯と消灯を表現する。この時、信号機の動きをプログラムする方法は大きく2つの方法が考えられる。

第1の方法は、それぞれの信号が何秒点灯し、その後、何秒消灯しているかを調べ、それをもとに各信号のプログラムを作る方法で、例えば、青信号が3秒点灯し、黄色信号が1秒点灯し、赤信号が3秒点灯するというパターンを繰り返す場合、各信号は表4のように動作することになる。したがって、青信号を例にとると青信号は3秒点灯して4秒消灯するという動作を繰り返すというプログラムを作ればよい。他の色の信号も同様である。

表4 交通信号機の現示パターンの例

時刻	1	2	3	4	5	6	7
青信号	点灯			消灯			
黄色信号	消灯			点灯	消灯		
赤信号	消灯				点灯		

第2の方法は、先ほどの例で説明すると、青信号を点灯し、3秒経過したのち青信号を消灯して、それを黄色信号に伝える。黄色信号は青信号が消灯したという連絡を受けて、点灯を始めるといった形のプログラミング方法である。

これら2つの方法はどちらも正しくプログラムを作れば同じように動作する。しかしながら、第1の方法は少しでも点灯時間を間違えると2色の信号が同時に点いてしまうという危険性があり、リスクの高いプログラミング方法である。一方、第2の方法は点灯時間を間違っても2色の信号が同時に点くこと

はなく、安全なプログラミング方法である。そこで、教材では第2の方法を採用し、授業ではプログラミング方法の違いにも触れるようにしている。なお、この方法はScratchではメッセージ機能を用いてプログラミングでき、メッセージ機能が技術的な新たな学習内容となる。

なお、この回は、ソフトウェアとハードウェアの概念を理解することも学習内容に含んでいる。ソフトウェアとハードウェアの概念を理解していないと、信号機の点灯時間を変更するために、信号機そのものを交換しないとイケないと考えてしまう可能性がある。このプログラムを通して、ソフトウェアとハードウェアの概念を理解することは、コンピュータ科学の学習として大きな意味を持つ。

第5回「ゴミはゴミ箱へ」

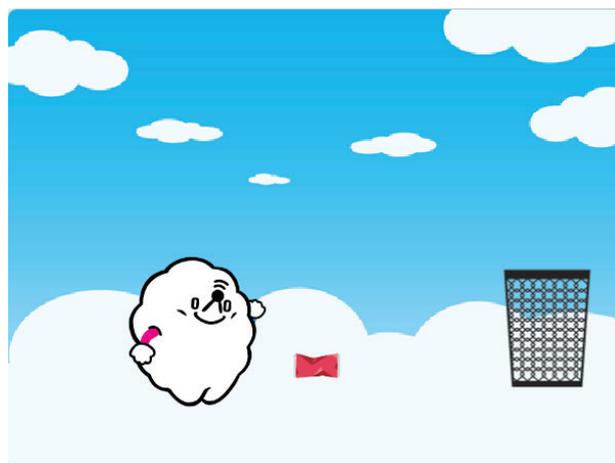


図6 ゴミはゴミ箱へ

小学校でコンピュータを利用する1つの理由として、コンピュータが自分の考えを表現するツールである点が挙げられる。例えば、プログラムでアニメーションによるメッセージを作成することにより、自分の住んでいる町のPRや標語などを作成し、表現することができる。

プログラムの実行時の画面を図6に示す。プログラムを実行すると、ぐらむんが左端から画面中央へ歩いていき、落ちている空き缶を拾って、ゴミ箱に投げ込む。空き缶がゴミ箱に入ると背景が変わり、「ゴミはゴミ箱へ」という標語が表示される。メッセージ機能によりストーリーが進んでいき、最後の

標語は背景の変更で表示している。プログラムとして新しい機能は利用していないが、空き缶をゴミ箱に投げた時に、空き缶が放物線を描いてゴミ箱に飛んでいくように見せかけるために、左右の動きと上下の動きを重ね合わせている。これは横スクロールのアクションゲームで利用可能なテクニックである。

第6回「タイピング」

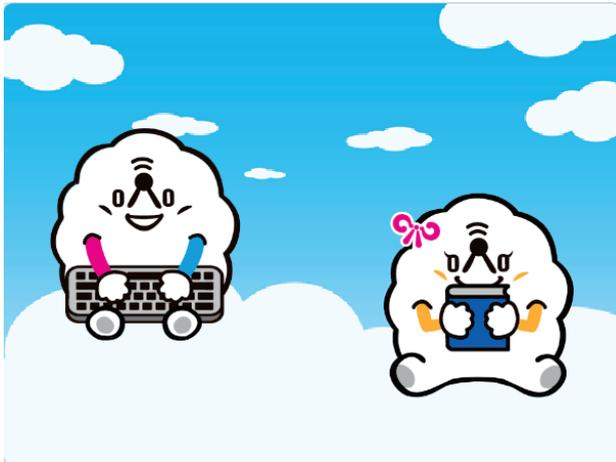


図7 タイピング

小学校でのプログラミング教育がクローズアップされているが、中学校と高等学校でのプログラミング教育も強化されることを忘れてはならない。小学校のプログラミング教育はビジュアル型言語で実施可能であるが、中学校以上になると、テキスト型言語を利用する可能性が高く、キーボード入力に慣れていることが好ましい。著者は大学においてプログラミングを教えているが、キーボード入力に慣れている学生とそうでない学生で学習の速さに大きな差があることを目の当たりにしており、中学校以降の学習のためにはキーボード入力に慣れることが非常に重要なことであると感じている。そこで、キーボードタイピングをテーマとすることにした。ここで作成するプログラムは表示された日本語の単語をローマ字で入力するため、ローマ字の復習となるだけでなく、タイピングする語として、小学5年生で習う漢字を選んでおり、漢字の学習にもなるように作成されている。

プログラムの実行画面を図7に示す。プログラムを実行すると、画面左に座っているぐらむんがしゃ

べる形で「危険とローマ字で入力して」というメッセージが表示され、入力フォームが表示される。入力フォームに「kiken」と正しく入力すれば、次の問題へ進む。間違った場合には、再度入力フォームが表示される。もしローマ字がわからない場合には、右に座っているあきばあとと呼ばれるキャラクターをクリックするとヒントとしてローマ字が表示される。問題は2問出題されるようにしており、2問とも正解すると「全問正解おめでとう！」と表示されプログラムが終了する。

プログラムに目を移すと、2問のタイピングの問題と解答を記憶するためにリストを利用する点が技術面での新しい点となっている。また、プログラミングができない子どもでも、問題と解答を変更するだけで他の問題を出題できるように、問題と解答を設定する部分のプログラムは、ブロック定義を用いて他の部分のプログラムと分けている。ブロック定義は中学校以上で学習することになると思われるテキスト型言語の関数に該当するプログラミング技術で、テキスト型言語の理解に向けて、理解が必須の概念であるため、ここで学習することとした。

第7回「お掃除ロボット」



図8 お掃除ロボット

掃除ロボットは情報社会を象徴する製品で、情報技術が快適な社会を構築している典型的な例である。そこで掃除ロボットのプログラムを作ることにより、掃除ロボットがプログラムによって動いていることやプログラムによって掃除の効率が変わることに気

づくことができる教材を作成した。この教材はプログラミング教育の第2のねらいに対応した教材である。

プログラムの実行画面を図8に示す。プログラムを動かすと、中央に置かれた掃除ロボットのスプライトが動き出し、床をきれいにしていく。掃除ロボットが寝そべっているぐらむんにぶつかった場合には掃除ロボットが反転して掃除を続けるというプログラムになっている。

プログラミングの技術としては、拡張機能の「ペン」を利用している点が新しい学習内容である。この機能を使って、スプライトが移動した部分を床と同じ緑色で塗りつぶしていくことで、掃除できた部分を表現している。拡張機能のペンは小学5年生の算数で正多角形の作図を行う際に Scratch を用いれば必ず利用する機能である。プログラミングの難易度が正多角形の作図と同レベルであることから、小学校での学習からつながりがよい学習内容になっている。小学5年生が正多角形の作図を Scratch で体験したときに、同じような動きをするものとして掃除ロボットを想起し、掃除ロボットについてもっと調べたいとか、同じ動きをするロボットを作りたい、自分の考えた掃除の方法を試してみたいといった探究的な学習に発展することを期待して掃除ロボットをテーマとした。

第8回「かえるの合唱」

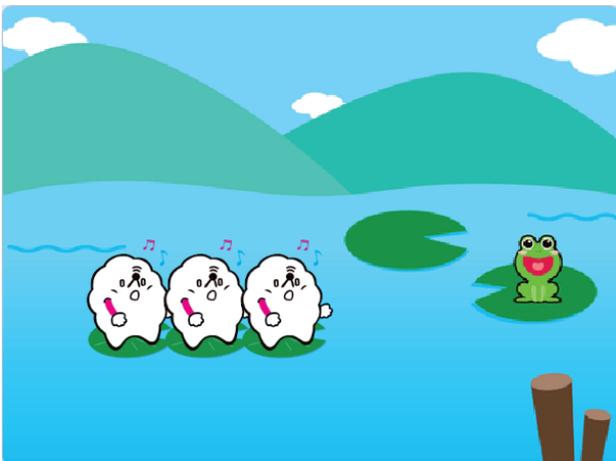


図9 かえるの合唱

プログラムの実行画面を図9に示す。プログラムを実行すると池の上にぐらむんが現れ、かえるの合唱を歌いだす。2小節分の時間が過ぎるともう1体のぐらむんが現れ、かえるの合唱を歌いだす。こうして、2小節ごとに新たなぐらむんが現れ、5体のぐらむんが輪唱するプログラムとなっている。

現代音楽はコンピュータなしでは作れないといっているほどであり、音楽はプログラムと相性のよい題材である。Scratchには拡張機能「音楽」が用意されており、これを使うと楽譜に合わせて音楽を演奏することができる。この拡張機能を用いて、かえるの合唱を輪唱するプログラムを作成することとした。輪唱は同じメロディが時間を遅らせて繰り返し流れる。そのため、メロディを奏でる部分をブロック定義すれば、定義したブロックを繰り返し呼び出すことで簡単にプログラムすることができる。一方、かえるの合唱の1コーラス分のプログラムは入力が大変であるため、あらかじめこの部分のプログラムが記憶されているスプライトを配布して、子どもたちはこの部分のプログラムを作る必要のないようにしている。繰り返しとなるが、小学校で必要とされているプログラミング教育はプログラムを作ることができるようになることが目的ではなく、プログラムの考え方を知ることにあるので、このような方法も考えられる。

作成するプログラムは短いが、学習内容として重要な内容を含んでいる。プログラムは基本的に逐次処理で処理される、逐次処理というのは1つ1つの動作を逐一処理していく方法である。これに対して2つの動作を同時に行う処理は並列処理と呼ばれ、高度な処理方法である。通常のプログラミング言語で並列処理を実施しようとするとかかなりの技術力を必要とするが、Scratchではクローンを作るという機能があり、簡単に並列処理を実行することができる。このプログラムでは並列処理が不可能な場合には輪唱をすることはできず、1体ずつ1コーラスを歌っていくというプログラムになってしまう。こういったことを通して、逐次処理と並列処理の違いを知ることができる教材となっている。

第9回「感染シミュレーション」

秋田 さき が げ 2020年(令和2年)4月7日 火曜日 総合

新型 コロナ

緊急事態宣言 目的、課題は

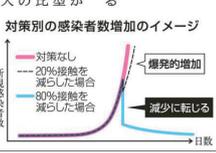
新型コロナウイルス特措法に基づく緊急事態宣言は感染爆発抑制が狙いだが、私権制限の範囲が広く、営業自粛を余儀なくされた店の損失を個別補償する規定もない。首相がNHKに「指示」する権限が認められ、報道の自由への懸念もある。

緊急事態宣言が新型コロナウイルス特措法に基づく緊急事態宣言を発するに当たっては、人々の接触を減らすだけでなく、新型コロナウイルス感染症の爆発的な感染を防ぐことが目的。感染を約8割削減させば、感染患者の増加を抑制できる。また、感染を約8割削減させれば、感染患者の増加を抑制できる。また、感染を約8割削減させれば、感染患者の増加を抑制できる。

接触 8割減で 爆発制御



6日、東京都足立区の区立千寿桜小学校は新型コロナウイルス感染防止のため校庭で入学式を行った。青空の下、82人の新入生が出席。いずれは1.5m距離に置かれ、時間も約20分と短縮された。



対策別の感染者数増加のイメージ

- 対策なし
- 20%接触を減らした場合
- 80%接触を減らした場合

爆発的増加
減少に転じる

図10 接触8割減で爆発制御 (秋田魁新報 (2020))

この教材を作り始めた2020年4月ごろ、新型コロナウイルス感染症の感染が次第に拡大し、感染の拡大を防ぐためには、人との接触を8割削減する必要があるというニュースが報じられた(図10)。このニュースを聞いたとき、報道機関が発表したものだから正しいと鵜呑みにしてしまった人も多かったのではないと思われる。しかし、近年はフェイクニュースの問題もあり、物事を批判的に見ることで真偽を判断できる能力が重要である。この能力はクリティカルシンキング(批判的思考)と呼ばれるが、21世紀を生き抜く上で必要な能力や学びを行うために必要な能力としてクリティカルシンキングを挙げる文献も多い(例えば、グリフィン他(2014)や佐藤他(2012)など)。クリティカルシンキングができないと、思い込みなどの感情に流されてしまい物事を正しく判断できず、特に感染症の拡大防止のような人々が不安を感じるような問題の場合に、間違った判断をしてしまう可能性が高くなる。したがって、「人との接触を8割削減する必要がある」と言われたときに、ただそれを鵜呑みにするのではなく、批判的な姿勢で検証し、客観的に判断することが重

要となる。この報道を批判的に捉えれば、「本当に8割削減すれば感染は広がらないのだろうか」という疑問に行きつくが、このようなことに疑問を持って、以前はそれを検証する手段がなかった。しかし、Scratchが登場したことにより、小学生でも検証できる方法が登場したことが非常に大きなことである。人との接触を8割削減すると感染拡大が防げることを検証しようとした時、実際に感染した人と感染していない人を集めて実験するわけにはいかない。同等のシステムも用いて模擬することで検証を行う。この方法はシミュレーションと呼ばれる。シミュレーションは情報社会を支える重要な技術であり、シミュレーションを実際に体験することは、プログラミング教育の第2のねらいにかなう内容である。

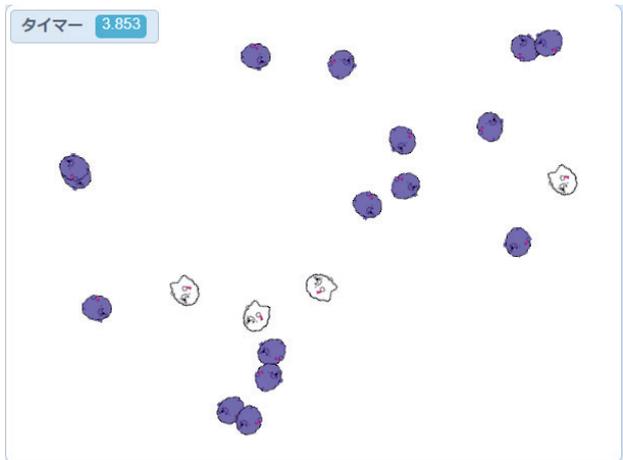


図11 感染シミュレーション

プログラムの実行画面を図11に示す。図11で白色のぐらむんは健康なぐらむんを表し、紫色のぐらむんは病気のぐらむんを表している。ぐらむんは画面上を自由に動き回り、健康なぐらむんが病気のぐらむんに触れると一定の確率で病気に感染する。病気のぐらむんは一定の時間が経つと白色の健康なぐらむんに戻る。このようなプログラムを作成し、病気が感染する確率を変化させることで、人との接触の削減を模倣することで、本当に人との接触を削減することが感染症の拡大を防ぐことになるのか調べることができるプログラムとなっている。

なお、このプログラムは改良を加え、マスクの有効性を検証するシミュレーションへ改良した。これ

により、小学5年生の保健の「病気の予防」の単元で利用できる学習内容となり、秋田市立四ツ小屋小学校でこのプログラムを利用した授業が実施された。

第10回「デジタル時計」



図12 デジタル時計

コンピュータは日本語に訳すと電子計算機である。その名の通り、コンピュータのもともとの役割は計算を行うことであった。そのため、計算を行うプログラムを題材にしたいと思ったが、計算を行うプログラムは小学生にとってプログラミングを難しく感じさせてしまうと考え、第9回までは意図的に避けてきた。全10回の講座を締めくくるにあたり、受講者の学習がコンピュータを使って複雑な計算をするといったことに発展することを期待して、商や余りの計算を必要とするデジタル時計を題材とすることとした。

Scratchには「現在の時」や「現在の分」というブロックがあり、現在の時刻のデータを簡単に取り出すことができる。そのため、すぐにプログラムが作成できると思われるだろうが、作成するプログラム(図12)では一桁ずつ時刻を表示しており、それぞれの桁の数を取り出す必要がある、それほど単純ではない。図12のように、13時だった場合を考える。10の位を取り出したい場合は、13を10で割った商を計算すればよい。ただし、Scratchの割り算は小数で答えが返ってくるため、小数を切り捨てる必要がある。1の位の方はもっと単純で、13を10で割った余りを計算すればよい。余りの計算は整数で答えが

返ってくるので、切り捨てる作業は不要である。

なお、余りの計算で桁を取り出す作業は、10進数を2進数に直す場合などに利用され、コンピュータ科学における重要な計算方法である。なお、10進数を2進数に直す計算は高等学校の数学Aの学習内容である。

オンライン教室の実施

前章で解説した通り、小学生の学習に役立つ教材を作成した。作成した教材をあきたキッズプログラミングアワードのスクールの教材として利用することで、教材の問題点を調査する。

2019年は対面のスクールが実施できたが、本研究で開発した教材を利用した2020年は新型コロナウイルス感染症の影響でオンラインでの実施となった。この2年のスクールの参加者数を表5に示す。表5をみるとオンライン開催になった2020年も、対面開催であった前年と同程度の参加者があったことがわかる。小学生を対象としたプログラミング教室で、初回からオンラインでの実施というのはかなりハードルが高いと感じられるが、参加者の意識としてはそれほど抵抗がなかったことが伺える。

表5 スクールの参加者数

実施年	参加者数
2019年(対面)	236名(保護者270名)
2020年(オンライン)	204名

2020年のオンラインスクールは、講師が撮影した授業動画をウェブページに置き、受講者は学習したい時にその動画を見ながら学習するというオンデマンド型の講座とした。各回の講義担当者、授業動画とお手本プログラムの2021年5月31日現在の閲覧回数を表6に示す。表6をみると回が進むにつれて閲覧回数が減少していることがわかる。大学のオンライン授業では、授業に集中することや学習に対するモチベーションを継続することが難しいことが問題になっている。大学生でもそうなのであるから、小学生にとってはもっと困難であると予測される。したがって、継続して学びを行うには、何か仕掛け

表 6 講義担当者と閲覧回数

	講義担当者	動画の閲覧回数	お手本の閲覧回数
第 1 回	廣田千明 (秋田県立大)	585	274
第 2 回	橋浦康一郎 (秋田県立大)	285	136
第 3 回	伊藤桂一 (秋田高専)	185	149
第 4 回	寺田裕樹 (秋田県立大)	92	99
第 5 回	相場清人 (アイネックス)	62	101
第 6 回	伊藤桂一 (秋田高専)	67	87
第 7 回	奥山幸平 (秋田コアビジネスカレッジ)	50	89
第 8 回	林良雄 (秋田大)	58	59
第 9 回	越高佑芽 (さきがけデジタル)	46	103
第 10 回	小西一幸 (仁賀保高等学校)	42	87

が必要であることがわかる。この点を今後の課題としたい。また、今回は各回の授業について、学習の目標が達成できているか調査することができなかった。今後、アンケートを実施して、各回の授業について評価を行い、教材の改善を行いたい。

まとめ

秋田県内の小学生にプログラミングを学ぶ機会とアウトプットの場を提供する目的で企画されたあきたキッズプログラミングアワードは2020年12月13日にファイナルイベントを開催し、それぞれの部門の優勝者を決定し、無事に2度目の開催を終えた(当日の様子は秋田魁新報(n.d.)から視聴可能である)。また2020年度からは全国の大会として、全国新聞社事業協議会が主催となり、全国選抜小学生プログラミング大会が開催され、アワードのソフトウェア部門の優勝者が本県代表として同大会に参加した。残念ながら本県代表は全国大会での受賞はなかったが、今後は本県代表の全国大会での受賞を新たな目標として、プログラミング教育の支援を行ってきたい。

最後に教材開発に関する今後の課題を述べる。今回作成した教材は、小学生がどのようなプログラムを作ると小学校での学習の補助となるのか十分に吟味して作成されており、コンテンツとして有用なものが開発できたと感じられる。一方で、授業の実施方法は改良の余地が多いと感じている。現状、子どもたちは、動画を見て、講師の指示に従いプログラムを作っていくだけの状態となっており、自分で考

えて試行錯誤する部分が少ないと感じられる。この点を改良するために、授業の進め方の検討や演習問題の作成などを行っていく必要があると考えている。

謝辞

あきたキッズプログラミングアワードを企画・開催してくださり、教材作成の機会を与えてくださった秋田魁新報社／さきがけデジタル社の加藤卓哉氏、秋田魁新報社の疋田大三氏、畠山百合子氏に感謝いたします。また、オンラインスクールのウェブページを開設してくださいましたさきがけデジタル社の細谷照男氏、急遽空きが出ってしまったオンライン授業の講師を引き受けてくださったさきがけデジタル社の越高佑芽氏に感謝いたします。最後に、プログラムで利用したイラストを作成してくださった mini Graph 企業組合の皆川菜緒氏に感謝いたします。

なお、本研究は JSPS 科研費 JP18K02585 の助成を受けたものである。

文献

- 秋田魁新報 (2020). 「接触 8 割減で爆発制御」, 『秋田魁新報』, 2020 年 4 月 7 日版.
- 秋田魁新報 (n.d.), 「あきたキッズプログラミングアワード」, <https://akpa.jp/>
- MIT メディアラボ (n.d.). Scratch, <https://scratch.mit.edu/>
- 大角茂之, 大角美緒 (2019). 『10 才からはじめるプログラミング Scratch でゲームをつくって楽し

く学ぼう』, 技術評論社.

P. グリフィン, B. マクゴー, E. ケア編, 三宅なほ
み監訳 (2014). 『21 世紀型スキル 学びと評価
の新たなかたち』, 北大路書房.

合同会社デジタルポケット (n.d.). Viscuit,

<https://www.viscuit.com/>

佐藤望 編著, 湯川武, 横山千晶, 近藤明彦 (2012).

『アカデミック・スキルズ 大学生のための知
的技法入門第 2 版』, 慶應義塾大学出版会.

竹林暁, 澤田千代子 (2017). 『できるキッズ子ども
と学ぶ Scratch プログラミング入門』, インプレ
ス.

廣田千明, 寺田裕樹, 橋浦康一郎, 伊東嗣功, 渡邊
貫治, 小西一幸, 鎌田信, 白山雅彦 (2019). 「秋
田県におけるプログラミング教育に対する支援
体制の構築—『秋田県子どもプログラミング教
育研究会』の活動内容—」, 『秋田県立大学ウェ
ブジャーナル A (地域貢献部門)』 6, 1-11.

マイクロソフト (n.d.). MakeCode,

<https://makecode.microbit.org/>

文部科学省 (2016). 小学校段階における論理的思考
力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラ
ミング教育に関する有識者会議「議論の取りま
とめ」,

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/index.htm

文部科学省 (2017). 「小学校学習指導要領 (平成 29
年告示)」,

https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf

文部科学省 (n.d.). 「小学校プログラミング教育の手
引き (第三版)」,

https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf

注

¹ Scratch は, MIT メディア・ラボのライフロング・
キンダーガーテン・グループの協力により, Scratch
財団が進めているプロジェクトである.

<https://scratch.mit.edu> から自由に入手できる.

〔 令和 3 年 7 月 30 日受付
令和 3 年 9 月 1 日受理 〕

Development of Programming Teaching Materials to Match Elementary School Learning Content

The Establishment of Akita Kids Programming Award Online School

Chiaki Hirota¹, Koichiro Hashiura¹, Yuki Terata¹, Kazuyuki Konishi²,
Keiichi Itoh³ and Yoshio Hayashi⁴

¹ *Department of Information and Computer Science, Faculty of System Science and Technology, Akita Prefectural University*

² *Akita Prefectural Nikaho High School*

³ *Department of Electrical and Information Engineering, National Institute of Technology, Akita College*

⁴ *Faculty of Education and Human Studies, Akita University*

Schools teaching programming to elementary students have been established in recent years, and programming learning has been made compulsory in elementary schools. Hence, the focus of all stakeholders is now on programming education for children. However, there is no systematic curriculum for this subject, and the objectives of the subject and its pedagogic methodology to achieve the desired goals remain unclear. The authors of this paper believe that it is important to learn the concept of the programming rather than advanced coding at the elementary school stage. In the absence of teaching material, they have devised the study content based on the stated opinion. This paper elucidates the developed teaching materials using scratch and reports on their application through a conducted online course.

Keywords: programming learning, online course, scratch